

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 08-335652

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

H01L 23/12  
H01L 23/13  
H01L 23/373

(21)Application number : 07-142287

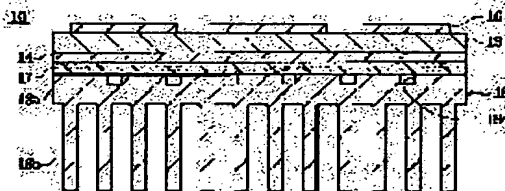
(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS  
CORP

(22)Date of filing : 09.06.1995

(72)Inventor : NAGASE TOSHIYUKI  
HOSHINO KOJI  
KANDA YOSHIO  
HATSUKA AKIFUMI**(54) SUBSTRATE FOR POWER MODULE AND ITS PRODUCTION****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To absorb thermal deformation so as to prevent the warp or breakage of a ceramic substrate without spoiling its radiating property.

**CONSTITUTION:** A metallic thin plate 14 is directly joined to a ceramic substrate 13, and further a heat sink 18 is joined to the plate 14 with a plastic porous metallic layer 17 in between. The heat sink 18 has a thermal expansion coefficient different from that of the ceramic substrate 13. The substrate is made of  $Al_2O_3$ , and the plate 14 is made of Cu, further the layer 17 is formed of porous sintered body including Cu with a porosity of 20 to 50%. In addition, the heat sink 18 is made of Cu and the layer 17 is filled with a silicon grease.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 29.09.1999

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection][Kind of final disposal of application other  
than the examiner's decision of rejection  
or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3180622

[Date of registration] 20.04.2001

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335652

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/12			H 0 1 L 23/12	J
23/13				C
23/373			23/36	D
				M

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全9頁)

(21) 出願番号 特願平7-142287

(22) 出願日 平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 長瀬 敏之

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(72) 発明者 星野 孝二

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(72) 発明者 神田 義雄

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 須田 正義

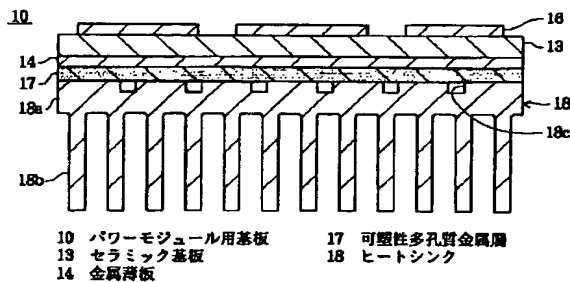
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール用基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】放熱特性を損なわずに、熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止できる。

【構成】セラミック基板13に金属薄板14が直接積層接着され、この金属薄板14に可塑性多孔質金属層17を介してヒートシンク18が積層接着される。ヒートシンク18はセラミック基板13と異なる熱膨張係数を有する。セラミック基板13は $Al_2O_3$ により形成され、金属薄板14はCuにより形成され、可塑性多孔質金属層17は気孔率20～50%のCuの多孔質焼結体である。またヒートシンク18はCuにより形成され、可塑性多孔質金属層17にはシリコングリースが充填される。



10 パワーモジュール用基板  
13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
18 ヒートシンク

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミック基板(13)に直接又はろう材(51)を介して積層接着された金属薄板(14)と、前記金属薄板(14)に可塑性多孔質金属層(17)を介して積層接着され前記セラミック基板(13)と異なる熱膨張係数を有するヒートシンク(18,48)とを備えたパワーモジュール用基板。

【請求項2】 セラミック基板(13)が $Al_2O_3$ 又は $AlN$ により形成された請求項1記載のパワーモジュール用基板。

【請求項3】 金属薄板(14)が $Cu$ により形成され、前記金属薄板(14)が直接セラミック基板(13)に積層接着された請求項1又は2記載のパワーモジュール用基板。

【請求項4】 金属薄板(14)が $Cu$ により形成され、ろう材(51)が $Ag-Cu-Ti$ ろう材である請求項1又は2記載のパワーモジュール用基板。

【請求項5】 金属薄板(14)が $Al$ により形成され、ろう材(51)が $Al-Si$ ろう材である請求項1又は2記載のパワーモジュール用基板。

【請求項6】 可塑性多孔質金属層(17)が気孔率20～50%の $Cu$ 、 $Al$ 又は $Ag$ の多孔質焼結体である請求項1ないし5いずれか記載のパワーモジュール用基板。

【請求項7】 可塑性多孔質金属層(17)にシリコーングリース、シリコンオイル又はエポキシ樹脂が充填された請求項1ないし6いずれか記載のパワーモジュール用基板。

【請求項8】 セラミック基板に直接又はろう材を介して金属薄板を積層接着する工程と、前記金属薄板の表面に金属粉含有スラリーを塗布する工程と、前記金属粉含有スラリーの表面にヒートシンクを重ねる工程と、前記金属粉含有スラリーを発泡した後に焼成し圧延して可塑性多孔質金属層を成形する工程とを含み、前記金属粉含有スラリーは平均粒径が5～100 $\mu m$ の $Cu$ 、 $Al$ 又は $Ag$ からなる金属粉と、水溶性樹脂パイナダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、可塑剤と、水とを含むことを特徴とするパワーモジュール用基板の製造方法。

【請求項9】 焼成して成形された可塑性多孔質金属層にシリコーングリース、シリコンオイル又はエポキシ樹脂を充填する工程を更に含む請求項8記載のパワーモジュール用基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は大電力半導体が発生する熱を放散するためのヒートシンクを有するパワーモジュール用基板及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種のパワーモジュール用基板

として、 $Ni$ めっきを施した $Cu$ 又は $Al$ により形成された大型のヒートシンクを $Sn-Pb$ 系、 $Pb-In$ 系、 $Ag-Sn$ 系等のはんだを用いてセラミック基板の裏面に金属薄板を介して積層接着する方法が知られている。しかし、上記はんだを用いた積層接着方法では、はんだ層の熱抵抗が大きいので、セラミック基板とヒートシンクを直接積層接着する方法が提案されている。この直接積層接着する方法として、セラミック基板及びヒートシンクを $Al_2O_3$ 及び $Cu$ によりそれぞれ形成した場合、セラミック基板とヒートシンクとを重ねた状態でこれらに荷重0.5～2 $kgf/cm^2$ を加え、 $N_2$ 雰囲気中で1065℃に加熱するいわゆるDBC法(Direct Bonding Copper法)、又はセラミック基板とヒートシンクとの間に $Ag-Cu-Ti$ ろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重0.5～2 $kgf/cm^2$ を加え、真空中で800～900℃に加熱するいわゆる活性金属法がある。しかし、上記直接積層接着する方法では、ヒートシンクをセラミック基板に積層接着できるが、セラミック基板とヒートシンクとの熱膨張係数が異なるため、パワーモジュール基板に反りを生じたり、熱サイクルによりセラミック基板に割れを生じたりする問題点があった。これらの点を解消するために、ヒートシンクのセラミック基板との接着面に格子状の溝を形成してヒートシンクをセラミック基板に積層接着する方法が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の溝を有するヒートシンクを積層接着する方法では、溝の形成により接着時に反りは多少防ぐことはできるが、セラミック基板が大型化すると上記溝だけでは反りを防止することができない不具合があり、また熱サイクル時に積層接着部でセラミック基板の割れを防ぐことは難しかった。これらの点を解消するために溝を多くすると接着面積が減少して、熱抵抗の上昇となる問題点がある。本発明の目的は、放熱特性を損なわずに、熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止できるパワーモジュール用基板及びその製造方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の構成を、実施例に対応する図1及び図3を用いて説明する。本発明のパワーモジュール用基板は、図1又は図3に示すようにセラミック基板13に直接又はろう材51を介して積層接着された金属薄板14と、金属薄板14に可塑性多孔質金属層17を介して積層接着されセラミック基板13と異なる熱膨張係数を有するヒートシンク18とを備えたものである。本発明のパワーモジュール用基板の製造方法は、セラミック基板に直接又はろう材を介して金属薄板を積層接着する工程と、金属薄板の表面に金属粉含有スラリーを塗布する工程と、金属粉含有スラリーの表面にヒートシンクを重ねる工程と、金属粉含有スラリーを発泡した後に焼成し圧延して

可塑性多孔質金属層を成形する工程とを含み、金属粉含有スラリーは平均粒径が $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のCu、Al又はAgからなる金属粉と、水溶性樹脂バインダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、可塑剤と、水とを含むことを特徴とする。

【0005】以下、本発明を詳述する。

(a)金属薄板のセラミック基板への積層接着

金属薄板はCu又はAlにより形成され、セラミック基板は $\text{Al}_2\text{O}_3$ 又はAlNにより形成される。金属薄板がCuにより形成され、セラミック基板が $\text{Al}_2\text{O}_3$ により形成される場合には、セラミック基板と金属薄板とを重ねた状態でこれらに荷重 $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ を加え、 $\text{N}_2$ 雰囲気中で $1065 \sim 1075^\circ\text{C}$ に加熱するDBC法、又はセラミック基板と金属薄板との間にろう材であるAg-Cu-Tiろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重 $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ を加え、真空中で $800 \sim 900^\circ\text{C}$ に加熱する活性金属法により、金属薄板がセラミック基板に積層接着される。

【0006】また金属薄板がCuにより形成され、セラミック基板がAlNにより形成される場合には、予めセラミック基板を $1000 \sim 1400^\circ\text{C}$ で酸化処理してその表面に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を最適な厚さで形成した後、上記と同様のDBC法又は活性金属法によりセラミック基板に金属薄板が積層接着される。更に金属薄板がAlにより形成され、セラミック基板が $\text{Al}_2\text{O}_3$ 又はAlNにより形成される場合には、セラミック基板と金属薄板との間にろう材であるAl-Siろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重 $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ を加え、真空中で $600 \sim 650^\circ\text{C}$ に加熱することにより、金属薄板がセラミック基板に積層接着される。

【0007】(b)金属粉含有スラリー

金属粉含有スラリーは平均粒径 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属粉と、水溶性樹脂バインダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、水とを混練した後、可塑剤を添加して更に混練して得られる。Cuの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のCu粉が用いられ、Alの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のAl粉と平均粒径 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のCu粉の混合物が用いられ、Agの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のAg粉が用いられる。水溶性樹脂バインダとしてはメチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、ヒドロキシエチルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロースアンモニウム、エチルセルロース等が用いられ、非水溶性炭化水素系有機溶剤としてはネオペンタン、ヘキサ、イソヘキサン、ヘプタン等が用いられる。また界面活性剤としては市販の台所用中性合成洗剤(例えばアルキルグルコシドとポリオキシエチレンアルキルエーテルの28%混合水溶液)が用いられ、可塑剤としてはエチレングリコール、ポリエチレングリコール、グリセリ

ン等の多価アルコールや、イワシ油、菜種油、オリーブ油等の油脂や、石油エーテル等のエーテルや、フタル酸ジエチル、フタル酸ジNブチル、フタル酸ジエチルヘキシル、フタル酸ジNオクチル等のエステルが用いられる。

【0008】(c)ヒートシンク

ヒートシンクはCu若しくはAlの押出し成形や射出成形等により、又はCu板若しくはAl板のプレス成形により形成される。ヒートシンクは金属薄板に塗布された金属粉含有スラリーの表面に密着する基部と、この基部に所定の間隔をあけて突設された多数のフィン部とを有する。基部及びフィン部はCu又はAlにより一体的に成形される。またヒートシンクとして、フィン部のない基部のみにより形成されたプレート状のものをを用いることもできる。

【0009】(d)金属含有スラリーの発泡、焼成及び圧延

セラミック基板に積層接着された金属薄板に金属粉含有スラリーを介してヒートシンクを重ねた状態で、 $5 \sim 100^\circ\text{C}$ で $0.25 \sim 4$ 時間保持して上記スラリー中の可塑剤を揮発させ発泡させた後、 $50 \sim 200^\circ\text{C}$ で $30 \sim 60$ 分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にする。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及びヒートシンクとともに所定の雰囲気中で $500 \sim 1060^\circ\text{C}$ で $0.5 \sim 4$ 時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率 $90 \sim 93\%$ 、厚さ $0.5 \sim 5 \text{ mm}$ の薄板状多孔質焼結体にする。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及びヒートシンクとともに圧延して多孔質焼結体の厚さを $0.2 \sim 3 \text{ mm}$ にすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率 $20 \sim 50\%$ の可塑性多孔質金属層が成形される。また可塑性多孔質金属層に形成された気孔には金属層の側面からシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填することが好ましい。

【0010】

【作用】図1又は図3に示されるパワーモジュール用基板10又は50では、セラミック基板13とヒートシンク18との熱膨張係数が異なっても、可塑性多孔質金属層17がセラミック基板13やヒートシンク18の熱変形を吸収するので、セラミック基板13に反りや割れが発生するのを防止できる。また可塑性多孔質金属層17にシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填することにより、可塑性多孔質金属層17での熱伝導率が向上するので、放熱特性を損わない。

【0011】

【実施例】次に本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

<実施例1>図1に示すように、パワーモジュール用基板10はセラミック基板13の下面及び上面にそれぞれ直接積層接着された金属薄板14及び回路基板16と、

金属薄板14に可塑性多孔質金属層17を介して積層接着されセラミック基板13と異なる熱膨張係数を有するヒートシンク18とを備える。セラミック基板13を $Al_2O_3$ 含有量が96%のセラミック材料により縦、横及び厚さがそれぞれ30mm、70mm及び0.635mmの長方形の薄板状に形成し、金属薄板14及び回路基板16をCuにより縦、横及び厚さがそれぞれ30mm、70mm及び0.3mmの長方形の薄板状に形成した。金属薄板14及び回路基板16をDBC法によりセラミック基板13の下面及び上面にそれぞれ積層接着した。即ちセラミック基板13の下面及び上面に金属薄板14及び回路基板16をそれぞれ重ねた状態でこれらに荷重2.0kgf/cm<sup>2</sup>を加え、N<sub>2</sub>雰囲気中で1065℃に加熱することにより積層接着した。セラミック基板13の上面に積層接着された回路基板16をFeCl<sub>3</sub>水溶液でエッチングして所定の形状の回路基板にした。

【0012】可塑性多孔質金属層17となる金属粉含有スラリーを平均粒径40μmのCu粉80gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して得た。ヒートシンク18をCuの押し出し成形により形成した。ヒートシンク18は縦、横及び厚さがそれぞれ30mm、70mm及び3mmの直方体状の基部18aと、この基部18aの下面に所定の間隔をあけて突設された多数のフィン部18bとを有し、上記基部18aの積層接着面には幅が1mmで間隔が10mmの格子状の溝18cを形成した。またヒートシンク18の自然空冷時での放熱特性は5℃/Wであった。

【0013】セラミック基板13の下面に積層接着された金属薄板14に金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーの下面にヒートシンク18の基部を密着させた。この状態で、温度40℃に30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90℃に40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及びヒートシンクとともに空気中で500℃に0.5時間加熱して保持した後、水素中で1030℃に1時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率92~95%、厚さ3mmの薄板状多孔質焼結体にした。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及びヒートシンクとともに圧延して多孔質焼結体の厚さを1mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率30%の可塑性多孔質金属層17を成形した。またこの可塑性多孔質金属層17の気孔に金属層17の側面からシリコングリースを充填した。このようにしてパワーモジュール基板10を得た。

【0014】<実施例2>図示しないが、可塑性多孔質金属層となる金属粉含有スラリーを平均粒径40μmの

Ag粉100gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して得たことを除いて、構成は実施例1と同一である。但し、金属粉含有スラリーから以下の方法により可塑性多孔質金属層を成形した。金属薄板に上記金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーの下面にヒートシンクの基部を密着させた状態で、温度40℃に30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90℃に40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及びヒートシンクとともに空気中で900℃に3時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率90~93%、厚さ1mmの薄板状多孔質焼結体にした。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及びヒートシンクとともに圧延して多孔質焼結体の厚さを0.3mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率30%の可塑性多孔質金属層を成形した。

【0015】<実施例3>図示しないが、可塑性多孔質金属層となる金属粉含有スラリーを平均粒径25μmのAl粉50gと、平均粒径9μmのCu粉1.2gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して得たことを除いて、構成は実施例1と同一である。但し、金属粉含有スラリーから以下の方法により可塑性多孔質金属層を成形した。金属薄板に上記金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーの下面にヒートシンクの基部を密着させた状態で、温度40℃に30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90℃に40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及びヒートシンクとともに真空中で600℃に1時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率93~96%、厚さ1mmの薄板状多孔質焼結体にした。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及びヒートシンクとともに圧延して多孔質焼結体の厚さを0.3mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率30%の可塑性多孔質金属層を成形した。

【0016】<実施例4>図2に示すように、この例のパワーモジュール用基板40では、ヒートシンク48をAlにより実施例1のヒートシンクと同形同大に形成したことを除いて、構成は実施例3と同一である。ヒートシンク48は基部48aとフィン部48bとを有し、基部48aには実施例1のヒートシンクのような溝を形成しなかった。図2において図1と同一符号は同一部品を示す。

【0017】<実施例5>図3に示すように、この例の

10

20

30

40

50

パワーモジュール用基板50では、セラミック基板13の下面及び上面にろう材51であるAg-Cu-Tiろう材の箔を介して活性金属法により金属薄板13及び回路基板16をそれぞれ積層接着した。即ちセラミック基板13の下面及び上面にろう材51を挟んで金属薄板14及び回路基板16をそれぞれ重ねた状態でこれらに荷重 $2.0\text{ kgf/cm}^2$ を加え、真空中で $850^\circ\text{C}$ に加熱することにより積層接着した。上記以外の構成は実施例1と同一であり、図3において図1と同一符号は同一部品を示す。

【0018】<実施例6及び7>図示しないが、実施例6及び7では、セラミック基板の下面及び上面にろう材であるAg-Cu-Tiろう材の箔を介して活性金属法により金属薄板及び回路基板をそれぞれ積層接着したことを除いて、構成は実施例2及び3とそれぞれ同一である。

<実施例8>図4に示すように、この例のパワーモジュール用基板80では、セラミック基板13の下面及び上面にろう材51であるAg-Cu-Tiろう材の箔を介して活性金属法により金属薄板14及び回路基板16をそれぞれ積層接着したことを除いて、構成は実施例4と同一である。図4において図2と同一符号は同一部品を示す。

【0019】<実施例9及び10>図示しないが、実施例9及び10では、金属薄板及び回路基板を厚さ $0.4\text{ mm}$ のAlにより実施例7及び8の金属薄板及び回路基板とそれぞれ同じ大きさに形成し、セラミック基板の下面及び上面にろう材であるAl-Siろう材の箔を介して金属薄板及び回路基板をそれぞれ積層接着した。即ちセラミック基板の下面及び上面にろう材を挟んで金属薄板及び回路基板をそれぞれ重ねた状態でこれらに荷重 $2.0\text{ kgf/cm}^2$ を加え、真空中で $630^\circ\text{C}$ に加熱することにより積層接着した。上記以外の構成は実施例

7及び8とそれぞれ同一である。

【0020】<実施例11~14>図示しないが、実施例11~14では、セラミック基板をAlNにより形成したことを除いて、構成は実施例1~4とそれぞれ同一である。但し、予めセラミック基板を $1300^\circ\text{C}$ で酸化処理してその表面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を最適な厚さで形成しておいた。

<実施例15~20>図示しないが、実施例15~20では、セラミック基板をAlNにより形成したことを除いて、構成は実施例5~10とそれぞれ同一である。

【0021】<比較例1>図6に示すように、可塑性多孔質金属層を用いないことを除いて、実施例1と同一の構成のパワーモジュール用基板5を比較例1とした。即ちパワーモジュール用基板5はセラミック基板3の下面及び上面にDBC法によりそれぞれ直接積層接着された金属薄板4及び回路基板6と、金属薄板4にAg-Cuろう材2の箔を介して積層接着されたヒートシンク8とを備える。

<比較例2>図7に示すように、可塑性多孔質金属層を用いないことを除いて、実施例5と同一の構成のパワーモジュール用基板9を比較例2とした。即ちパワーモジュール用基板9はセラミック基板3の下面及び上面にAg-Cu-Tiろう材1の箔を介して活性金属法によりそれぞれ積層接着された金属薄板4及び回路基板6と、金属薄板4にAg-Cuろう材2の箔を介して積層接着されたヒートシンク8とを備える。

<比較例3及び4>図示しないが、可塑性多孔質金属層を用いないことを除いて、実施例11及び15と同一の構成のパワーモジュール用基板をそれぞれ比較例3及び4とした。上記実施例1~20及び比較例1~4の構成を表1にまとめた。

【0022】

【表1】

10

20

30

	セラミック 基板	ろう材	金属 薄板	スリ- 主成分	焼成温度 (℃)	ヒート シンク	
実施例 1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	なし (DBC法)	Cu	Cu	1030	Cu	
実施例 2				Ag	900		
実施例 3				Al	600		Al
実施例 4		Cu		1030			
実施例 5		Ag-Cu-Ti		Ag	900	Cu	
実施例 6				Al	600		Al
実施例 7				Al-Si		Al	Cu
実施例 8							Al
実施例 9							
実施例10							
実施例11	AlN	なし (DBC法)	Cu	Cu	1030	Cu	
実施例12				Ag	900		
実施例13				Al	600		Al
実施例14		Cu		1030			
実施例15		Ag-Cu-Ti		Ag	900	Cu	
実施例16				Al	600		Al
実施例17						Cu	
実施例18						Al	
実施例19		Al-Si	Al	Cu			
実施例20				Al			
比較例 1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(DBC法)	Cu	ヒートシンクを Ag-Cuろう材を介 して回路基板に 800℃で接着した		Cu	
比較例 2		Ag-Cu-Ti					
比較例 3	AlN	(DBC法)					
比較例 4		Ag-Cu-Ti					

【0023】＜比較試験と評価＞実施例1～20及び比較例1～4のパワーモジュール用基板に-40℃～125℃の温度サイクル条件で0サイクル（温度サイクルを全く与えない）、10サイクル及び50サイクルの温度サイクルを与えた後の熱抵抗及びセラミック基板の割れについて調べた。熱抵抗 $R_{th}$ （℃）は回路基板上に縦及び横とも15mmの矩形の発熱体（図示せず）を2個Pb-Snはんだを介して接着し、この発熱体を10Wで発熱させたときの周囲空気温度 $T_a$ （℃）と発熱体の温度 $T_f$ （℃）とを測定して式①より求めた。

$$R_{th} = (T_f - T_a) / 10 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

またセラミック基板の割れ率 $C_r$ （％）はセラミック基板から回路基板をエッチングして全て剥がし、顕微鏡で積層接着周囲の割れの長さ $L_c$ （mm）とエッチング前の回路の全周長さ $L_a$ （mm）を測定して式②より求めた。

$$C_r = (L_c / L_a) \times 100 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

これらの結果を表2に示す。

【0024】

〔表2〕

	熱抵抗(℃/W)			割れ率(%)		
	0サイクル	10サイクル	50サイクル	0サイクル	10サイクル	50サイクル
実施例 1	6.2	6.2	6.7	0	8	39
実施例 2	6.1	6.4	6.6	0	4	37
実施例 3	6.4	6.5	6.7	0	4	36
実施例 4	6.4	6.7	6.9	0	7	38
実施例 5	6.1	6.3	6.7	0	5	40
実施例 6	6.1	6.2	6.4	0	3	25
実施例 7	6.3	6.5	6.7	0	3	23
実施例 8	6.4	6.5	6.8	0	3	24
実施例 9	6.6	6.7	6.7	0	0	3
実施例 10	6.7	6.7	6.6	0	0	0
実施例 11	5.8	6.0	6.2	0	10	44
実施例 12	5.8	6.1	6.2	0	7	40
実施例 13	6.0	6.2	6.4	0	6	39
実施例 14	6.1	6.2	6.3	0	8	43
実施例 15	5.9	6.0	6.5	0	7	43
実施例 16	5.8	6.1	6.3	0	5	35
実施例 17	6.0	6.0	6.2	0	6	29
実施例 18	6.0	6.1	6.2	0	5	23
実施例 19	5.9	5.9	5.9	0	0	5
実施例 20	6.0	5.9	6.0	0	0	0
比較例 1	5.5	7.4	15以上	0	80	100
比較例 2	5.6	7.3	15以上	0	72	100
比較例 3	5.1	7.3	15以上	0	78	100
比較例 4	5.1	7.4	15以上	0	75	100

【0025】表2から明らかなように、割れ率は実施例の方が従来例より著しく低くなっていることが判った。また熱抵抗は0サイクルでは実施例より比較例の方が僅かに良いが、10サイクル以上では実施例の方が比較例より良くなっていることが判った。

【0026】なお、上記実施例では基部とフィン部とを有するヒートシンクを挙げたが、これに限らず図5に示すように Al 等により形成された筐体をヒートシンク 98 としてもよい。図5において図2と同一符号は同一部品を示す。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、セラミック基板に直接又はろう材を介して金属薄板を積層接着し、金属薄板に可塑性多孔質金属層を介してセラミック基板と異なる熱膨張係数を有するヒートシンクを積層接着したので、可塑性多孔質金属層が熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止できる。また可塑性多孔質金属層が気孔率20～50%のCu、Al又はAgの多孔質焼結体であり、この可塑性多孔質金属層にシリコングリース、シリコンオイル又はエポキシ樹脂を充填すれば、放熱特性を損うことがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例1のパワーモジュール用基板の断面図。

【図2】本発明の実施例4を示す図1に対応する断面図。

【図3】本発明の実施例5を示す図1に対応する断面図。

【図4】本発明の実施例8を示す図2に対応する断面図。

【図5】本発明の実施例21を示す図2に対応する断面図。

【図6】比較例1を示す図1に対応する断面図。

【図7】比較例2を示す図1に対応する断面図。

【符号の説明】

10、40、50、80、90 パワーモジュール用基板

13 セラミック基板

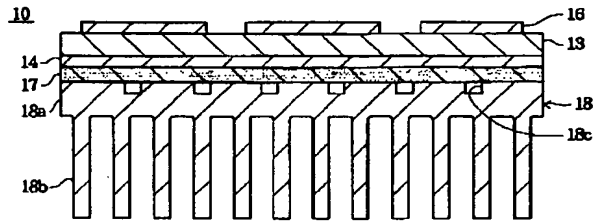
14 金属薄板

17 可塑性多孔質金属層

18、48、98 ヒートシンク

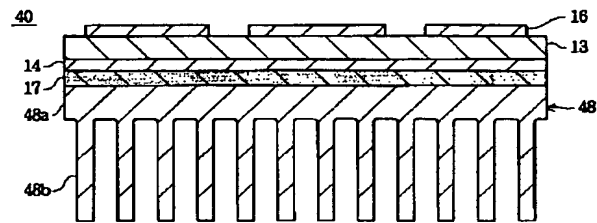
51 ろう材

【図1】



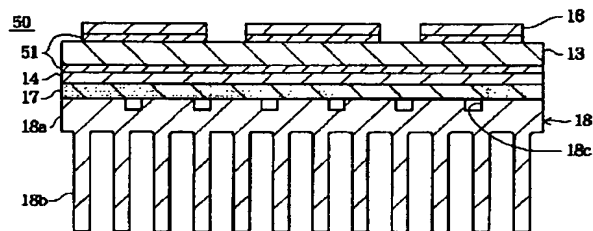
- 10 パワーモジュール用基板  
13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
18 ヒートシンク

【図2】



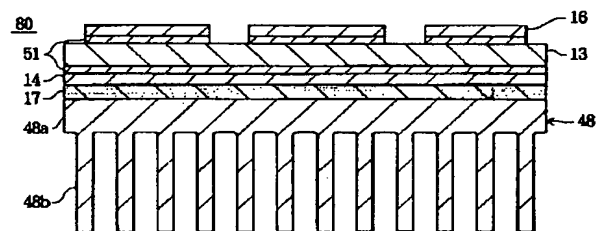
- 13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
40 パワーモジュール用基板  
48 ヒートシンク

【図3】



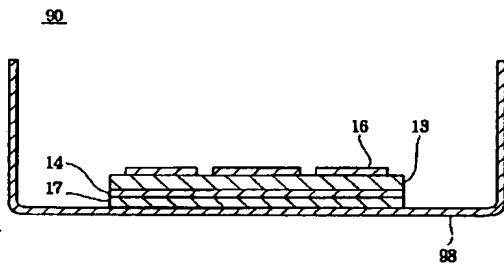
- 13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
18 ヒートシンク  
50 パワーモジュール用基板  
51 第1ろう材

【図4】



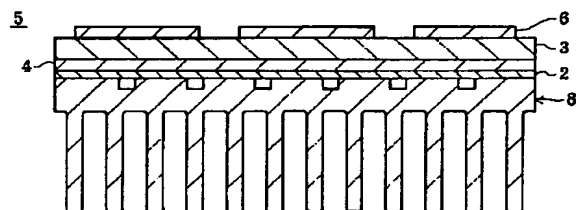
- 13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
48 ヒートシンク  
51 第1ろう材  
80 パワーモジュール用基板

【図5】

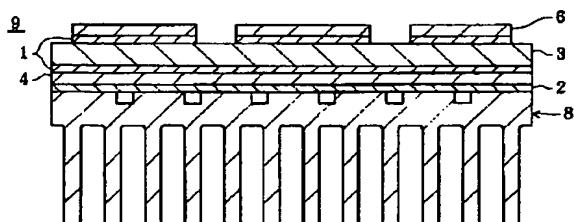


- 13 セラミック基板  
14 金属薄板  
17 可塑性多孔質金属層  
90 パワーモジュール用基板  
98 ヒートシンク

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 初鹿 昌文

埼玉県大宮市北袋町 1 丁目 29 番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内